

## **MODIS 위성영상을 이용한 산불 모니터링 Web GIS 시스템 설계 및 구축 - ArcIMS 4.0을 활용하여 -**

손정훈\* · 허 용\*\* · 변영기\*\*\* · 유기윤\*\*\*\* · 김용일\*\*\*\*\*

## **Designing and Building a Fire Monitoring Web GIS System Using MODIS Image - Using ArcIMS 4.0 -**

Jeong-Hoon Son\* · Yong Huh\*\* · Young-Gi Byun\*\*\* · Ki-Yun Yu\*\*\*\* · Yong-il Kim\*\*\*\*\*

### **요 약**

본 연구는 MODIS 위성영상을 이용한 산불탐지 성과물을 인터넷 서비스를 통해 지도로 보여줄 수 있는 모니터링 Web GIS시스템을 설계하고 시험/구축하는 것을 목표로 한다. 이를 위하여 위성영상을 이용한 국외 주요 산불 모니터링 시스템을 조사, 분석하여 인터페이스 및 제공 서비스를 분석하고 보다 효율적인 시스템을 설계, 구축하고자 하였다. 구체적으로 신논리적 DFD를 이용하여 시스템의 프로세스 모델링을 수행하였으며, ERSI사의 ArcIMS 4.0과 Microsoft사의 Web 서버인 IIS 5.1을 이용하여 Web GIS 시스템을 구축하였다. 자료의 입력 및 변환의 측면에서는 국내외 산불탐지 알고리즘을 적용한 래스터 형태의 영상 성과물을 Web GIS에 접목시키기 위해 산불탐지 이진영상을 벡터 형태의 데이터로 변환시키는 모듈을 자체 개발하여 적용하였다.

주요어 : Web GIS, 위성영상, 환경, 모니터링, 산불

ABSTRACT : This paper has a goal to construct monitoring web GIS system which displays maps that are results of the fire detecting algorithms using MODIS image. To design

---

\*서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 석사과정(zig19@snu.ac.kr)

\*\*서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 박사과정(hy21262@dreamwiz.com)

\*\*\*서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 박사과정(kko071@snu.ac.kr)

\*\*\*\*서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 조교수(kiyun@snu.ac.kr)

\*\*\*\*\*서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 부교수(yik@snu.ac.kr)

and build more efficient system, foreign fire monitoring systems using satellite image are researched and analyzed. As a result of that, the information about interfaces and services provided by them are obtained. In concretely, new logical DFD is used to do a process modelling. ArcIMS 4.0 of ESRI, IIS 5.1 of Microsoft are utilized to build the web GIS System. In the aspects of data input and transfer, a specific module, which converts a binary image to a kind of vector file, is developed to adjust raster data to the web GIS system.

**Keywords** : Web GIS, MODIS, Environment, Monitoring, Fire

## 1. 서 론

본 연구는 원격탐사 기법을 적용한 웹 GIS 환경 모니터링 시스템의 설계 및 학술적 시험구축을 목표로 한다. 구체적으로 AQUA 위성의 MODIS 영상자료를 이용한 산불탐지 성과물을 인터넷 서비스를 통해 제공할 수 있는 Web GIS 시스템을 설계하고 구축하는 것을 의미한다. 이를 통하여 산불의 확산과 이에 따른 2차적인 환경오염을 방지하고 체계적인 환경 복원을 도모할 수 있도록 하는 것이 최종 목적이라고 할 수 있다.

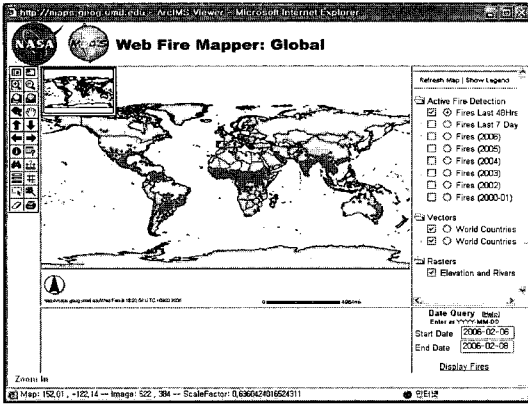
시스템의 설계와 구축에 앞서 기존 위성영상을 이용한 산불모니터링 웹 시스템을 조사하여 인터페이스 및 기능을 분석하였다. 이러한 조사 결과를 바탕으로 시스템의 논리적 설계인 프로세스 모델링과 데이터 모델링을 수행하였다. 시스템의 구축은 ESRI사의 ArcIMS 4.0을 이용하였으며 Web Server로는 IIS 5.1, Servlet으로는 Tomcat 3.2.3을 사용하였다.

## 2. 국외 모니터링 시스템 분석

### 2.1 NASA의 MODIS RRS

MODIS Rapid Response System(RRS) 은 TERRA와 AQUA 위성에 탑재된 MODIS 영상자료를 이용한 산불탐지 결과를 실시간으로 웹사이트에 제공하는 시스템이다.

[그림 1]은 웹 접속 시 제공되는 브라우저의 모습이며, 사용자는 4개 주요 프레임별 구분에 따른 인터페이스를 사용하게 된다. 중앙 프레임은 영상 디스플레이, 좌측 프레임은 시스템에서 제공되는 기능 아이콘 배치, 우측 프레임은 관련 레이어의 선택, 하단 프레임은 선택되거나 검색된 개체 속성을 보여주는 기능을 담당한다. 이 시스템은 일반적인 영상관련 활용 시스템과 마찬가지로 화면의 확대/축소 및 상하좌우의 이동 기능을 제공하고 있다. 또한 간단한 Query 연산을 통하여 특정 조건에 부합하는 산불화소를 검색할 수 있다. 이때 사용될 수 있는 변수는 산불화소 DB의 각 속성정보가 된다.



[그림 1] MODIS RRS 화면

기본적으로 최근 48시간 및 7일간의 산  
불자료 레이어는 물론 연도별 산불자료

레이어를 제공함으로써 사용자에게 검색  
상의 편의를 제공하고 있다. 또한 국경선,  
주요 도심지역, 수계 등의 공간자료를 배  
경화면에 같이 제공하고 있다.

## 2.2. 러시아 산불 모니터링 시스템

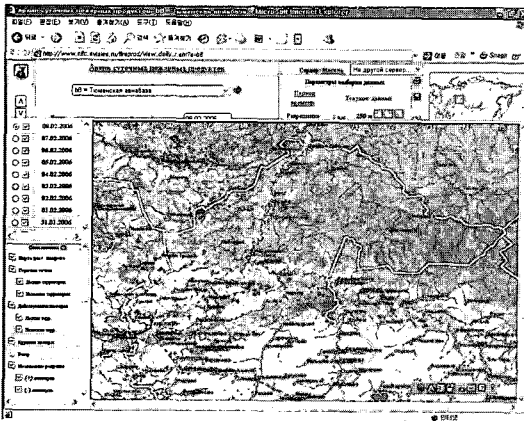
Avialesookhrana Information System은 러  
시아의 Space Research Institute의 Satellite  
Monitoring Technologies 부서에서 구축한  
것으로 MODIS 및 AVHRR 위성자료를 이  
용하여 러시아 전역의 산불탐지결과를 제  
공하는 시스템이다.

이 시스템은 MODIS RRS와는 달리 화면

<표 1> 국외 주요 산불 모니터링 시스템의 기능 및 특성 분석

항 목	시스템 별 특징		
	MODIS RRS 시스템	Avialesookhrana 시스템	MODVOLC 시스템
Interface 및 주요 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 화면의 확대/축소 및 상, 하, 좌, 우 이동 가능</li> <li>- 산불화소 속성정보 검색 (query) 기능 제공</li> <li>- 화면선택개체 속성 표시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지역 선택을 통한 화면 표시범위 결정</li> <li>- 화면의 확대/축소 및 산 불화소 검색 불가</li> <li>- 사용 영상 및 구름비율에 따른 결과 필터기능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 화면의 상, 하, 좌, 우 이동과 45, 10, 2, 0.5도 단위의 확대, 축소 기능</li> <li>- 촬영일시 및 위치를 이용한 hot spot 검색</li> <li>- 검색된 산불화소 속성자료의 텍스트파일 출력</li> </ul>
Data Layer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 최근 48시간 발생 산불 자료</li> <li>- 최근 7일간 발생 산불자료</li> <li>- 년도별 발생 산불자료</li> <li>- 도시, 국경, 수계(벡터자료)</li> <li>- 표고 및 수계(래스터자료)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hot spot (forest region, non-forest region)</li> <li>- 연도별 Burn area</li> <li>- 도시, 국경, 도로, 수계 (벡터자료)</li> <li>- 식생도 및 촬영영상(래스터자료)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지표 및 해저면 기록 영상을 이용한 화면 배경</li> <li>- 국경선, 해안선 및 수계, 토지피복도</li> </ul>
Fire Data Attribute	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산불화소 경위도 좌표</li> <li>- 산불화소 휘도온도</li> <li>- 촬영위성의 종류 및 시각</li> <li>- 피해면적 및 신뢰도 (confidence)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산불 속성 정보 제공미비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산불화소 경위도 좌표</li> <li>- 산불화소 밴드별 복사휘도</li> <li>- 촬영 위성종류 및 시각</li> <li>- 촬영 위성의 궤도 정보 및 zenith angle, azimuth angle</li> </ul>

의 확대, 축소 및 이동기능을 제공하지 않고 화면 상단 프레임에서 미리 정해진 지역을 선택함으로써 화면에 표시되는 범위를 결정하게 되어있다. 좌측 프레임에서는 화면에 디스플레이할 레이어를 선택하게 되며, 선택된 레이어는 화면 중앙에 표현된다.



[그림 2] 러시아의 모니터링 시스템

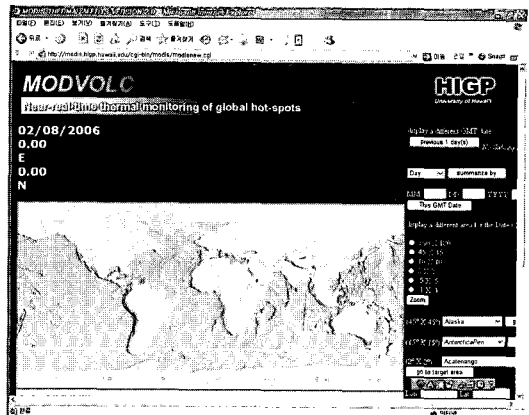
이 시스템은 산불탐지에 사용된 각 위성 영상 자료별로 산불탐지 결과물을 별도 레이어로 제공하고 있으며, 자세한 행정구역도, 식생도 레이어를 제공하고 있다. 특히 식생도의 경우 배경화면에 수종별 색상을 표시함으로써 산림관리에 더욱 적합한 기능을 제공하고 있다. 하지만 산불화소의 속성정보의 제공 및 이를 이용한 query 기능을 제공하지 않는 단점을 가지고 있다.

### 2.3 MODVOLC 시스템

이 시스템은 University of Hawai'i의 Hawai'i Institute of Geophysics and Planetology에서 개발한 것으로 MODIS 영상자료를 이용하여 화산활동 및 산불과 같은 hot spot의

탐지 및 모니터링을 목적으로 한다.

MODVOLC 시스템은 Avialesookhrana Information System과 같이 사용자가 선택한 주요 지역을 중심으로 화면상에 표현되는 기능과 경위도 및 공간해상도를 설정함으로써 화면상에 표현되는 기능을 모두 제공하고 있다.



[그림 3] MODVOLC 모니터링 시스템

하지만 단순히 요일별 산불탐지 성과물만을 검색할 수 있으며, MODIS RRS와 같은 Query 기능을 제공하지 않고 있다. 이에 반해 화면상에서 선택된 산불화소의 경우 촬영일시 및 경위도 좌표는 물론 해당 화소의 위치에서 주요 적외선 밴드에서의 복사휘도, 촬영 위성 종류 및 시각, 촬영 시 센서의 Scan angle, Zenith angle, Azimuth angle 등의 다양한 관련 속성 정보를 같이 제공하고 있다.

### 2.4 시스템 인터페이스 설계

<표 1>은 앞의 세 시스템의 분석 결과를 인터페이스 및 주요 기능, 자료 레이어 종류, 산불DB 속성자료의 세 가지 측

면에서 정리한 것이다. 이를 바탕으로 본 연구에서 구축하고자 하는 시스템의 기능은 다음 <표 2>와 같이 정리할 수 있다. 기본적으로 지도정보의 표현에 있어 확대/축소 및 이동 기능은 제공되어야 하며, 산불자료의 DB화를 통하여 검색기능을 지원해야 한다. 또한 검색기능 이외에 사용자가 화면상에서 선택한 산불화소는 물론 행정구역명 및 주요시설물과 같은 특정 개체의 속성자료를 제공할 수 있어야 한다.

마지막으로 검색되거나 선택된 개체의

속성정보는 MS사의 Excel 파일로 변환되어 저장할 수 있도록 하였다.

### 3. 시스템의 논리적 설계

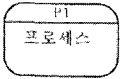
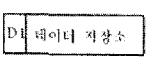
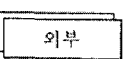
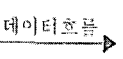
#### 3.1 시스템 DFD 설계

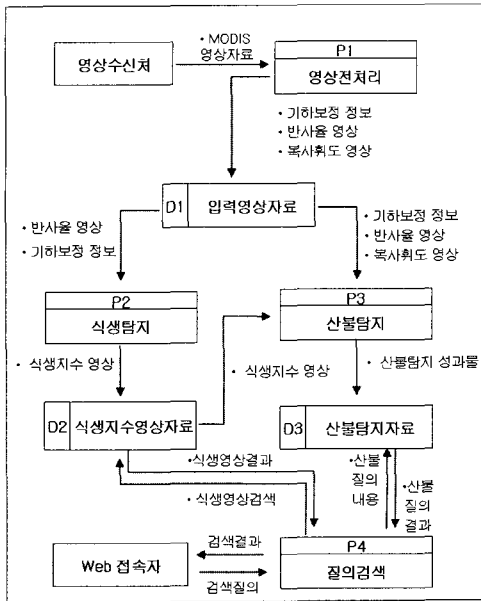
본 연구에서는 Gane과 Sarson(한국시스템통합연구소, 1999)이 제안한 표현법을 이용한 신논리적 DFD(Data Flow Diagram)

<표 2> 구축시스템의 기능 및 특성 선정

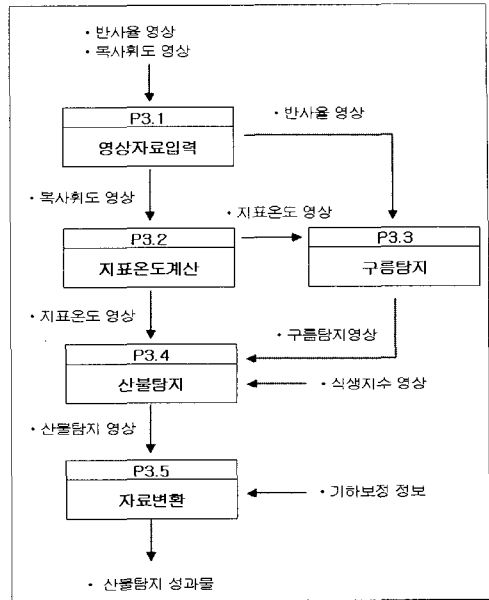
항 목	특 징
Interface 및 주요 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 화면의 확대/축소 및 상, 하, 좌, 우 이동 가능</li> <li>- 산불화소 속성정보 검색(query) 기능 제공</li> <li>- 개체선택 및 속성정보제공</li> <li>- 검색된 산불화소 속성자료의 Excel파일 출력</li> </ul>
Data Layer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산불탐지 알고리즘별 산불탐지결과</li> <li>- 한반도 행정경계</li> <li>- 촬영시점별 식생지수도 제공</li> <li>- 도시, 도로, 국경, 강, 호수</li> </ul>
Fire Data Attribute	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산불화소 경위도 좌표</li> <li>- 산불화소 휘도온도</li> <li>- 산불화소 피복정보</li> </ul>

<표 3> Gane and Sarson 기호

기 호	의 미
	출력되는 데이터 흐름을 위하여 입력 데이터에 가해지는 변형과정
	하나의 처리과정에서 다음의 처리과정으로 데이터가 직접 이동되지 않고, 추후 이용될 목적으로 보관되는 경우
	대상시스템이 외부에 존재함으로써 분석대상에서 제외되는 부분이며, 이는 데이터를 제공하는 입력부(source)와 데이터를 이용하는 출력부(sink)로 구성
	데이터들의 이동되는 통로와 데이터의 종류의 의미



[그림 4] 전체 시스템 DFD



[그림 5] P3산불탐지 프로세스 DFD

표현법을 활용하여 시스템 내에서 프로세스간의 데이터 흐름을 기술하였다.

[그림 4]는 전반적인 시스템의 DFD로 외부의 영상 수신처에서 제공된 영상이 산불탐지 성과물로 변환되어 Web접속자의 질의에 따라 제공되는 과정을 나타낸다. [그림 5]는 본 시스템에서 핵심 프로세스인 P3산불탐지 프로세스를 구체적으로 표현한 것이다.

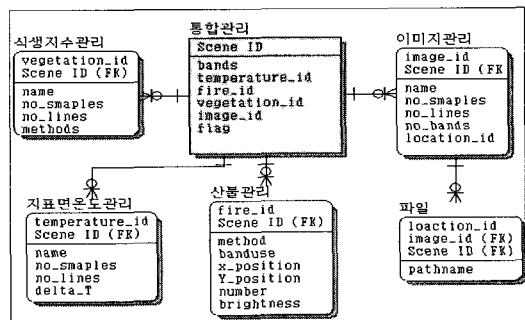
P3.4의 산불탐지 알고리즘은 NASA MODIS contextual 산불탐지 알고리즘과 Moran scatter plot 산불탐지 알고리즘 (Byun et al., 2005)을 사용하였다.

### 3.2 논리적 DB 설계

본 연구에서는 데이터베이스의 개념모델에서 가장 많이 쓰이고 있는 개체관계 모델(ERM: entity-relationship model)을 이용

하여 개념모델 설계를 수행하였다. 데이터베이스 설계의 효율성 및 안전성을 위해 개발 프로젝트에서 전체공정의 산출물 작성과 코드생성 등을 자동화하고 일관성을 보장하는 도구인 CASE Tool을 이용하여 개체 관계도를 작성하였다.

본 연구에서는 CASE Tool로 ER-win을 사용하여 [그림 6]과 같이 공간데이터에 대한 개념모델 설계를 수행하였다.

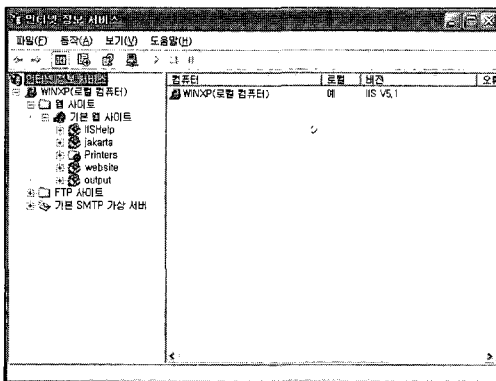


[그림 6] 시스템 논리적 DB설계

## 4. 시스템 물리적 설계 및 구축

### 4.1. 개발 환경

시스템 구축을 위해서 Web GIS 엔진 부분은 세계적으로 널리 쓰이고 있는 ESRI사의 ArcIMS 4.0을 사용하였다. ArcIMS 4.0은 인터넷을 통해 고급 GIS 및 지도 서비스를 실행하는데 필요한 기본적인 기능을 제공한다. 사용자는 ArcIMS 4.0이 제공하는 기능을 통해 사용하기 쉬운 인터넷 브라우저 내에서 원하는 결과를 볼 수 있고 지도를 살펴보고 질의를 하는 등의 작업을 할 수 있게 된다. ArcIMS 4.0 엔진을 설치한 서버를 이용하여 서비스하기 위해서는 사용자의 접속을 받아서 처리할 수 있는 웹 서버 프로그램이 필요하다. 웹 서버로는 ArcIMS와 호환성이 뛰어난 Microsoft의 IIS 5.1을 선택하였다. 또한 IIS 5.1은 신뢰성과 성능의 향상, 관리기능의 향상, 보안 기능의 향상 등을 장점으로 들 수 있다. 그리고 Windows 서버 시스템과 관계없이 IIS를 따로 정지 및 시작할 수 있고 어플리케이션 보호 기능이 강화되었다. 마지막으로



[그림 7] IIS의 기본 화면

로 Windows의 GUI 환경을 그대로 따르기 때문에 손쉽게 설치를 진행하고 관리하는 과정이 용이하다는 것도 큰 장점 중에 하나이다.

그리고 웹 서버와 ArcIMS를 연결시켜 주는 서블릿이 필요하다. 서블릿이란 웹 응용 프로그램을 만드는 데 필요한 클래스를 가지고 있는 프로그램을 말한다. ArcIMS 컴포넌트들은 JAVA나 C++을 이용하여 제작되었다. JAVA의 경우 클라이언트에서 웹 브라우저를 통해 지도를 볼 수 있도록 하기 위해서 서블릿을 사용한다.

서블릿의 역할은 ArcIMS 엔진이 HTML 등의 웹 언어를 이해할 수 있도록 도와주는 것이다. 본 시스템에서 서블릿으로 Tomcat 3.2를 사용하였다. 그리고 웹서버로 사용하는 IIS 5.1과 서블릿을 연동시켜서 ArcIMS 엔진이 원활하게 작동할 수 있도록 하였다. <표 4>는 전체적인 개발 환경을 요약한 것이다.

<표 4> 개발 환경

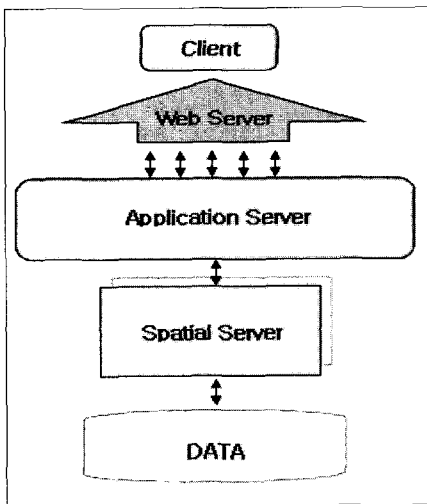
구성요소	개발 환경
서버 H/W	Intel CPU 1.2GHz RAM 256MB
OS	Microsoft Windows XP Professional
서버 S/W	ESRI ArcIMS 4.0
Language	Javascript, ASP, html, Visual C++
Web Server	Microsoft IIS 5.1
Servlet	Tomcat 3.2

### 4.2. 시스템 설계

전체적인 시스템은 우선 하루 평균 지도 생성량을 봤을 때 100~1000장 미만인

될 것이므로 한 대의 컴퓨터에 ArcIMS 컴포넌트를 모두 설치하는 형태로 결정을 하였다. 현 상태의 서버는 공식적으로 불특정 다수에게 개방되는 것이 아니라 구축 테스트 중인 상태이므로 컴포넌트를 나눠서 설치하는 것은 고려하지 않았다. 그래서 ArcIMS Application server와 Web server, ArcIMS Spatial server를 함께 설치하는 형태로 시스템을 구축하였다.

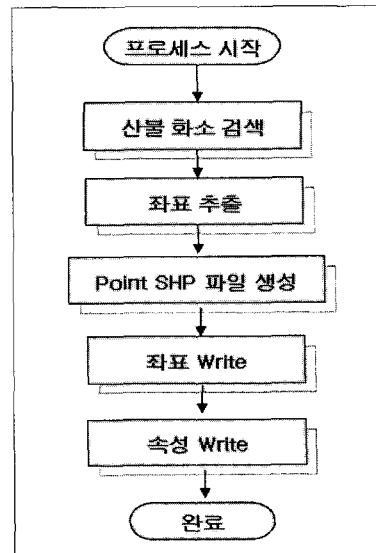
추후에 시스템을 확장해야 할 상황이 발생한다면 Web server를 증설하고 컴포넌트를 나눠서 설치하는 방식으로 변경하면 될 것이다(2002, ESRI). [그림 8]은 본 시스템의 설계 구조를 나타낸다.



[그림 8] 연구 시스템의 구조

시스템의 설계 내용에서 ArcIMS 엔진에 대한 것 이외에 산불 탐지 알고리즘에 의해서 생성된 결과 영상을 분석하여 ArcIMS 엔진에서 인식할 수 있도록 SHP 파일로 변환시켜주는 모듈이 포함되어 있는 것을 알 수 있다. 이 모듈은 산불 탐지 모듈의 결과

물을 상이한 시스템인 본 연구의 시스템에서 이용할 수 있도록 중간에서 연결고리 역할을 하는 것이다. 변환모듈은 바이너리 영상을 읽어 들여서 ESRI SHP파일 형태로 데이터를 바꾸는 기능을 한다. 변환모듈의 대략적인 프로세스는 [그림 9]와 같다.



[그림 9] 변환모듈의 프로세스

### 4.3. 시스템 구축

시스템 구축은 서버 컴퓨터에 위에서 언급한 웹 서버인 IIS 5.1과 서블릿으로 사용할 Tomcat 3.2 등을 설치하여 연동시켰다. [그림 10]은 IIS와 Tomat 3.2를 실행시킨 모습이다.

그리고 ArcIMS의 지도 서비스 목록을 생성하기 위해 AXL(Arc XML)파일을 만드는 과정을 거쳤다. AXL 파일이란 일종의 XML파일로 ArcIMS 엔진에서 컴포넌트 사이의 정보 전달 형태라고 볼 수 있다.(ESRI 2004)





[그림 10] Tomcat과 IIS 실행 모습

본 시스템에서는 AXL 파일을 구성하기 위하여 대한민국 시,도 행정구역 SHP 파일과 시,군,구 행정구역 SHP 파일을 사용하였다. [그림 11]은 생성한 AXL 파일의 내용이다.

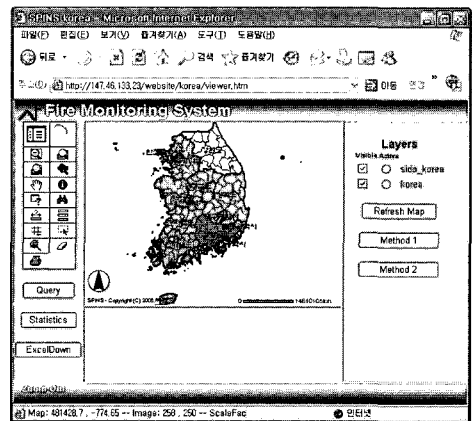
```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ARXML version="1.1">
<CONFIG>
<ENVIRONMENT>
<LOCALE country="KR" language="ko" variant="" />
<IFONT color="0,0,0" name="Arial" size="12" style="regular" />
<SCREEN dpi="96" />
</ENVIRONMENT>
<MAP>
<PROPERTIES>
<ENVELOPE minx="-11392.414872032328" miny="-32618.360933683343" maxx="63" />
<MAPUNITS units="decimal_degrees" />
</PROPERTIES>
<WORKSPACES>
<SHAPEWORKSPACE name="shp_us-0" directory="C:\sanaikorea_TH" />
<SHAPEWORKSPACE name="shp_us-2" directory="C:\sanaipointData" />
</WORKSPACES>
<LAYER type="featureclass" name="korea" visible="true" id="0">
<DATASET name="korea" type="polygon" workspace="shp_us-0" />
<VALUEAPPENDERER lookupfield="COLOR">

```

[그림 11] AXL 파일의 내용

만들어진 AXL 파일을 이용하여 지도 서비스 목록을 ArcIMS Administrator에 등록하고 웹 페이지 구성을 변경하였다. 이 과정에서는 HTML과 JavaScript를 이용하여 산불 탐지 알고리즘의 결과를 볼 수 있는 버튼과 인터페이스를 구성하고 산불의 발생 원인, 온도 등의 속성을 보여주

고 질의 할 수 있는 테이블과 폼 등을 추가 개발하여 시스템에 적용하였다. 그리고 시스템의 산불 관련 속성 데이터를 엑셀 파일로 다운로드 할 수 있는 기능을 개발하여 사용자의 편의를 추구하고자 하였다. 다음 그림은 완성된 웹 페이지의 모습이다.

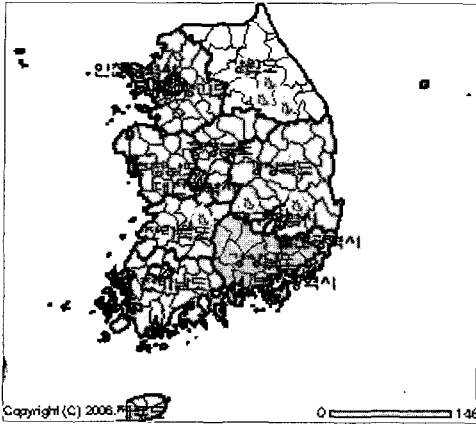


[그림 12] 시스템 기본 화면

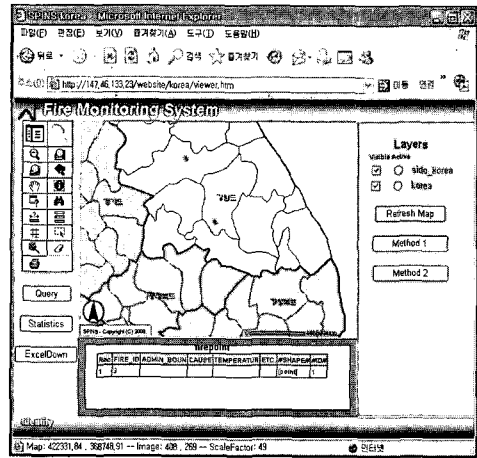
전체적인 페이지의 디자인은 ArcIMS의 샘플 페이지를 따랐으며 필요에 따라서 변형을 시키고 추가적인 버튼이나 테이블의 변경을 통해 완성하였다.

아래 [그림 13]과 [그림 14]는 3.1.절에서 언급한 산불 탐지 기법에 따른 탐지 결과를 보여 준다. 같은 영상을 분석했지만 알고리즘에 따라서 산불로 간주하는 경우도 있고 그렇지 않은 경우도 있다는 것을 확인할 수 있다.

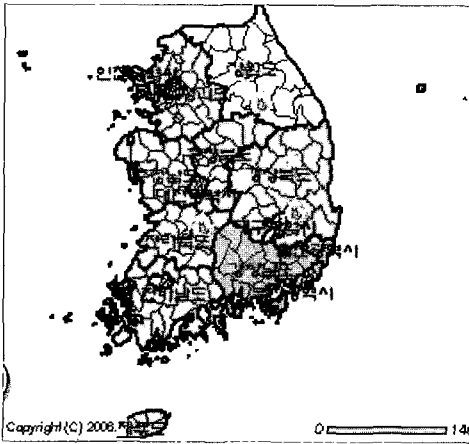
[그림 13]은 Contextual 알고리즘을 통한 결과인데 총 8개의 산불을 탐지한 것으로 나와 있고 [그림 14]에서는 Moran scatter plot 알고리즘을 사용하여 5개의 산불탐지 결과를 보여주고 있다.



[그림 13] Contextual의 결과



[그림 15] 산불의 속성 정보 표시



[그림 14] Moran scatter plot의 결과

## 5. 결 론

본 연구는 MODIS 영상을 바탕으로 산불 탐지 알고리즘을 적용하여 산출된 결과물을 Web GIS에 연동하여 일반 사용자들에게 산불 탐지 결과를 지도와 함께 서비스 할 수 있는 시스템을 구축하고자 하였다. 본 연구의 의의 두 가지는 첫째, 국외 유사 시스템들을 벤치마킹하여 각 시스템별 장·단점을 파악하였고 이를 통해 우리나라 지형 특색과 산불 특성에 맞는 시스템을 설계, 구축하여 시범적인 운영이 가능한 단계까지 완료하였다는 것이다. 또한 산불의 속성을 최대한 사용자에게 제공할 수 있게 여러 가지 기능을 추가 개발하여 사용자 편의성을 도모하였다. 둘째, 웹기반 산불 모니터링 시스템 개발의 효율성을 위해 데이터 프로세스 모델링(DFD) 및 개체관계모델을 이용한 논리적 DB설계를 수행하였다. 이러한 설계 모델링은 추후 본 시스템의 서비스 확

각 알고리즘에 따른 결과를 사용자가 원하는 형태로 볼 수 있도록 웹 페이지에 버튼을 달아서 동작할 수 있도록 하였다.

아래 [그림 15]는 산불 탐지 위치를 확대한 결과이다. 아래쪽의 테이블은 산불의 속성정보를 보여주는 것으로 "Excel Down" 버튼을 통해 엑셀 파일로 다운로드 하여 사용자가 받아볼 수 있도록 하였다.

장 및 물리적 DB구축의 안전성을 높일 수 있으리라 사료된다. 앞으로 위성 영상을 이용한 실시간 산불탐지 성과물을 인터넷으로 서비스 할 수 있는 대규모 시스템이 구축될 경우 비접근 지역으로의 신속한 소방인력 투입은 물론 GIS 분석기법을 통한 산불확산 시뮬레이션, 주변 관련 기관의 행정시스템과 실시간 모바일 연동 등을 통하여 다양한 활용이 가능할 것이고 이를 통해 비용절감과 국민들의 산불에 대한 의식 제고에도 도움이 될 것이다.

향후 연구 역시 본 연구에서 제안한 모델링과정에 기초를 둔 물리적 DB구현과 산불방재에 관한 다양한 서비스 제공에 대한 방향으로 전개될 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 서울대학교 공학연구소의 지원에 의한 연구 결과임을 밝히며, 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- ZHONG-REN PENG, MING-HSIANG TSOU, 2003, Internet GIS, WILEY, 2003
- Allan Brimicombe, 2003, GIS, Environmental Modelling and Engineering, Taylor & Francis.
- David Green and Terry Bossomaier, 2002, Online GIS and Spatial Metadata, London and NewYork.
- Byun, Y. G., Huh, Y., Yu, Kiyun, Kim, Y.I., 2005, "Evaluation of Graph-based analysis for forest fire detection", ENFORMATIKA, volume 10, pp.24-29.
- L.Giglio, J.Desclotresa, C.O.Justicec and Y.J.Kaufman, 2003, "An Enhanced Contextual Fire Detection Algorithm for MODIS", Remote Sensing of Environment, vol. 87, pp.273-282.
- ICSU, 2005, Science, technology, and innovation for achieving United Nations Millennium Development Goals.
- ESRI, 2002, ArcXML Programmer's Reference Guide, pp.10-16.
- ESRI, 2003, ArcIMS 시스템 설계 전략.
- 한국시스템통합연구소, 1999, 시스템 분석 설계